Die Zostera-Assoziation des holländischen Wattenmeeres

von

A. C. J. VAN GOOR.

(Aus dem Reichsinstitut für biologische Fischereiuntersuchungen in Helder.)

Bekanntlich finden sich hinter unseren Nordseeinseln ausgedehnte Sand- und Schlammbänke zwischen breiteren und schmäleren bis 10 und 20 m durch die kräftigen Ebbe- und Flutströmungen ausgetieften Rinnen und ebenso wie an den seichten Stellen bei den Küsten wächst das Seegras auf diesen Bänken bisweilen über sehr ausgedehnte Flächen. Größtenteils bilden jedoch diese Sand- und Schlammbänke des Wattenmeeres eine Wüste, fast ohne jede Vegetation, wo nur einige Lamellibranchiaten und Würmer sich ernähren und hin und wieder einige spärliche Algen an den im Schlamm versteckten leeren Mya- oder Cardiumschalen eine festere Grundlage finden.

Der Boden der Nordsee mit Ausnahme der Steine ist, wie schon Reinke (1889) auffiel, im Gegensatz zu dem der Ostsee ganz und gar pflanzenlos, die kräftigen Ebbe- und Flutströmungen zerstören jede anfangende Ansiedelung von Pflanzen und ebenso wenig lassen die Strömungen in den Rinnen und auf den meisten Flächen des Wattenmeeres Pflanzen aufkommen. Vielleicht ist jedoch zu erwarten, daß diese Strömungen nach dem Verschluß der Zuidersee im Wattenmeere abnehmen werden und daß dadurch der Pflanzenwuchs sich ausbreiten wird.

Die Gesamtausdehnung der Seegraswiesen zwischen den Küsten Nordhollands und Frieslands und den Nordseeinseln

Texel, Vlieland und Terschelling beträgt jetzt nach roher Schätzung ungefähr 15000 ha. Außer vielen kleineren Wiesen finden sich ausgedehntere nur nördlich von der Insel Wieringen auf dem Balgzand und dem Lutjeswaard, auf Stompe zwischen den als Scheurrak und Doove Balg bekannten Rinnen, und schließlich nördlich vom Scheurrak.

Für meine Untersuchungen habe ich außer den schönen Wiesen auf Stompe besonders die nachfolgenden kleineren Wiesen besucht: bei dem Riepel 4 bis 5 km südlich von Terschelling, bei der Schans von Texel und in der Mok, eine Bucht an der Südküste von Texel, beim Vangdam und auf dem Zuidwal bei Nieuwediep, auf dem Lutjeswaard und bei dem Wierbalg, nördlich von Wieringen, beim Waterkaap und bei Van Ewijcksluis südlich und westlich von derselben Insel.

Die Wiesen der *Zostera marina* finden sich unterhalb des niedrigsten Wasserstandes, bei Flut streben die linealischen Blätter, weil sie in den interzellulären Räumen Luft enthalten, empor und biegen sich in der Stromrichtung um, bei Ebbe bilden an seichten Stellen die an der Oberfläche schwimmenden Blätter ein förmliches Dach.

In den tiefen Rinnen wächst das Seegras nicht, erstens infolge der kräftigen Strömungen und weiter weil durch die Tiefe die Intensität des Lichtes dort zu gering ist. In sehr klarem Wasser hat man *Zostera marina* bis zu 11, ausnahmsweise bis zu 14 m beobachtet, in dem Limfjord wächst sie bis auf 6 m Tiefe, in dem trüben Wasser des Wattenmeeres scheint sie nicht tiefer als 3 bis 4 m unter der Tiefwasserlinie, welche dort nur ungefähr 1 m unter der Hochwasserlinie liegt, vorzukommen. Jedoch findet sich in den Rinnen des Wattenmeeres und in den nördlichen Teilen der Zuidersee (z. B. Enkhuizerzand, Hoornsche Hop) viel totes gesunkenes zusammengetriebenes Seegras, das oft ein förmliches Lager am Boden bildet.

Obgleich das Seegras eine echte Meerespflanze ist, findet es sich auch im Brackwasser. In der Ostsee wächst es noch bei den Alandinseln, wo der Salzgehalt 6 ‰ beträgt. Beim Riepel

fand ich bisweilen beinahe 33 ‰ und südlich von Wieringen dagegen etwa 20 ‰. Weiter südlich findet es sich nur sporadisch an den Küsten der Zuidersee. An der Friesischen Küste wächst es noch beim Roten Klif, Laaxum, Mirns und Tacozijl; östlich von Lemmer wird offenbar der Salzgehalt durch das Yselwasser zu stark herabgesetzt. An der Küste von Nordholland, wo der Salzgehalt größer ist, dringt es auch weiter südwärts vor und findet es sich bei Wervershoof östlich von Medemblik, nördlich und südlich von Enkhuizen, jedoch nicht auf dem den Strömungen stärker exponierten Enkhuizerzand. Weiter wächst es bei Hoorn, Scharwoude, Warder und selbst noch bei Monnikendam und Marken. Es findet sich bei uns deshalb noch bei einem Salzgehalt von ungefähr 10 ‰ und wird dort mit den weniger salzliebenden *Potamogeton pectinatus* L. und *Zannichellia pedicellata* L. zusammen gefunden.

Die nichtblühenden Blättersprosse von Zostera sitzen am Ende der Rhizome und bestehen aus einigen Blättern, im Sommer vier bis sechs, im Winter drei bis vier, welche mit den geschlossenen Scheiden die jüngeren einhüllen und dadurch die jüngsten Blätter mit dem in der Tiefe am Rhizom sich vorfindenden Vegetationspunkt schützen. Die äußeren, ältesten Blätter werden allmählich dunkel und zerbrechlich, der Wellenschlag reißt die Stücke fort und die abgerissenen Blätter werden immer wieder von den jüngeren ersetzt. Dadurch verschieben sich die kleineren Vegetationspunkte, welche zwischen den Blättern neue kleine Sprosse innerhalb des alten Sprosses bilden, immer weiter auswärts, bis sie schließlich Seitensprosse am Rhizom bilden, welche später zu selbständigen Pflanzen werden.

Die blütenbildenden Sprosse sind länger und flach und tragen innerhalb der Blattscheiden die Blütenkolben, welche zwei Reihen Staubfäden und Fruchtknoten tragen, während bei verwandten Arten neben den Blüten noch kleine Blättchen (Retinacula) vorhanden sind.

Anderorts (1920a) habe ich auf Grund der von mir ausgeführten Messungen und Beobachtungen wahrscheinlich machen

können, daß die Seegrassprosse alljährlich nur eine Blätterreihe von 4 bis 7 Blättern erzeugen, welche im Winter von Oktober bis Mai aus den Scheiden der älteren Blätter zum Vorschein kommen, wodurch im Winter die Seegrasfelder eine eigentümliche, auffallende zweifache Färbung erhalten, weil die jungen hellgrünen Blätter dann einen scharfen Kontrast mit den braungrünen älteren bilden. Während Ostenfeld ebenfalls ein jährliches Wachstum von 4 bis 6 Blättern fand, hat Petersen wenigstens für die dänischen Gewässer aus den Knoten des Rhizoms gezeigt, daß sich jährlich mehr als 10 Blätter bildeten.

Weil im Juli und August die Fischer von Wieringen die Seegraspflanzen möglichst dicht am Boden abmähen und in jener Zeit die jungen im Winter hervorsprossenden Blätter schon am Vegetationspunkt gebildet sind, würde das Mähen nicht ohne Gefahr für die Erhaltung des Seegrases an unseren Küsten (1920a, S. 192) sein, wenn es in größerem Umfang betrieben würde, als bis jetzt der Fall war. Für das Wachstum des Seegrases und die Ernährung unserer Nutzfische ist es deshalb ein glücklicher Umstand, daß es vor 1914 nicht gelungen ist, mehr als 600000 kg gemähtes, trockenes Seegras auszuführen, wovon der größte Teil nach Frankreich verkauft wurde. Seit 1915 würde gar nicht mehr gemäht, weil für das angetriebene Seegras, das nur eine zweite Qualität liefert, mehr als der für das gemähte Seegras festgestellte Preis gezahlt wurde. Jährlich treiben so große Mengen Seegras im Wattenmeere und bei den Küsten umher, daß es mit wenig Mühe an den Deichen gesammelt oder bei der Küste aufgefischt werden kann. Es sind Blätter und ganze Pflanzen, welche während des ganzen Jahres aus den Seegrasfeldern losgerissen werden und durch die in den Interzellulären vorhandene Luft längere Zeit umhertreiben, bis sie schließlich sinken und in den tieferen Rinnen als totes Seegras den Boden bedecken.

Das gemähte oder gefischte Seegras wird ausgebreitet und einigermaßen getrocknet, dann bringt man es in die kleinen Graben, welche auf der Insel Wieringen in großer Menge sich

vorfinden, um das Salz auszulaugen. Bemerkenswert ist es, daß auf der Insel nicht alle Graben dafür gleich gut sind. In den gewöhnlichen Süßwassergraben läßt man es 5 bis 6 Tage liegen, so daß das Salz ganz ausgelaugt ist, jedoch wird es darin nicht ganz schwarz. Es gibt auf Wieringen weitere Graben, wovon das Wasser ein wenig brackig ist und welche eine rotbraune Substanz enthalten, die man „Mürk" nennt und welche, wie ich feststellen konnte, ganz aus Ferrihydroxyd besteht, worin sich Blaualgen[1] und Bakterien vorfinden und in diesen Graben nimmt das Seegras innerhalb eines Tages die gewünschte tiefschwarze Farbe an. Es ist wahrscheinlich, daß die Eisenverbindung auch hier von bestimmten Bakterien aus gelösten Ferrosalzen niedergeschlagen wird, ob jedoch die Farbeveränderung des Seegrases durch diese Bakterien zustande kommt, kann ich nicht entscheiden. Hier muß noch bemerkt werden, daß das schwarze Seegras in den salzigen Mürkgraben nicht so gut ausgelaugt wird und deshalb immer etwas feuchter und schlaffer bleibt als das Seegras aus den Süßwassergraben.

Die Seegraspflanzen sind nicht an allen Fundorten gleich kräftig, man findet Wiesen, wo die Blätter schmäler und kürzer und andere, wo die Blätter breiter und länger sind. In den dänischen Gewässern unterscheidet Ostenfeld darum eine „small-leaved" oder „Sandzostera" und eine „broad-leaved" oder „Mudzostera", welche jede für sich in den verschiedenen Wiesen das Vegetationsbild bestimmen und durch ihr mehr oder weniger Zusammenleben mit Rot- oder Grünalgen ihm zur Aufstellung von vier Vegetationsformen Anlaß gaben, welche ich ebenfalls in unseren Gewässern zurückfand. Die reine Sandzosteravegetation findet sich bei uns z. B. bei dem Riepel, die reine Mudzosteravegetation auf Stompe, wo die Sprossen $1^1/_2$ bis 2 m, die am weitesten hervorragenden Blätter im Nachsommer oft über 1 m lang und 8 mm breit sind. Schön ausgebildete

[1] In der von mir mitgebrachten Probe war besonders *Oscillatoria tenuis* Ag. in sehr großer Menge vorhanden.

Rotalgenzosteravegetation fand ich in den tieferen Teilen von Stompe, die Brackwasser- oder Grünalgenzosteravegetation besonders südlich von Wieringen und an den Küsten der südlichen Zuidersee. Diese verschiedenen Vegetationsformen sind durch alle Übergänge miteinander verbunden, so finden wir z. B. bei Nieuwediep zwischen der Zostera viel mehr Grünalgen als auf Stompe und beim Riepel und mehr Rotalgen als bei Wieringen.

Wie schon aus den Namen Mud- und Sandzostera hervorgeht, fand Ostenfeld die erstere Form auf weichem Schlamm-, letztere auf hartem Sandboden. Er fand weiter, daß die kräftigere Entwicklung nicht von der Tiefe sondern vom Boden abhängig ist, weil der Schlammboden mehr organische Substanz als der Sand enthält. Daß diese Auffassung richtig ist, konnte Ostenfeld in dem Großen und im Langeland Belt feststellen, wo er harten Boden mit viel Steinen und darauf eine reiche Algenvegetation fand. Zwischen den Steinen hatte sich dadurch viel organische Substanz angehäuft und auf diesem harten aber fruchtbaren Boden erreichten die Zosterapflanzen die Länge der Mudzostera, nur waren die Blätter ein wenig schmäler.

Auch im holländischen Wattenmeere besteht diese Abhängigkeit vom Boden, während offenbar die Tiefe die Entwicklung wenig beeinflußt. Bei dem Riepel (Terschelling) war in dem harten Sand eine kleine, wenig tiefere Stelle, wo der Boden weich war, weil sich hier feine größtenteils organische Substanzen angehäuft hatten. In dieser wenig tieferen Mulde hatten die Pflanzen sich üppig entwickelt und waren ebenso lang und breit wie das Seegras von Stompe[1]. Ebenso fand ich in der Mok (Texel) die zwei Formen nebeneinander, die schmalblätterige an den harten Stellen, die breitblätterige dort, wo das Wasser ein wenig tiefer, der Boden dadurch weicher war. Die üppigere und schmälere Formen waren hier deutlich durch Übergänge miteinander verbunden.

---

[1] 1920a, S. 188, Tabelle I. Die Probe vom Riepel von 9. September 1915 war aus dieser Mulde genommen, und lieferte ungefähr dieselben Zahlen wie die Probe von Stompe.

Daß die Tiefe nicht die direkte Ursache der größeren Länge ist, war deutlich an den seichtesten Stellen von Stompe, wo der Boden ebenso weich wie an den tieferen und die Zostera ebenso üppig entwickelt ist und ebenfalls auf dem Zuidwal bei Nieuwediep, wo an den weichen Stellen in den bei Ebbe noch ein wenig Wasser enthaltenden Mulden kurze aber sehr breitblätterige Pflanzen von *Zostera marina* wuchsen (1919, S. 433, Tabelle III und IV, Proben 4 bis 6.)

Man darf die Sand- und Mudzostera für Standortsverschiedenheiten halten, denn dort wo die Rhizome einen weichen nahrungsreichen Boden finden, wachsen die Sprossen kräftiger hervor und entsteht die Mudzostera; dadurch ist es auch sofort deutlich, wie beim Riepel und in der Mok beide Formen nebeneinander stehen und die Mudzostera die weichen Stellen besetzt hat.

Außer diesen beiden Standortsverschiedenheiten finden sich bei uns noch zwei schmalblätterige Varietäten von *Zostera marina* L. und eine zweite kleine Art *Zostera nana* Roth. Diese kleineren Formen wachsen an den seichtesten Stellen, welche bei niedrigem Wasserstand trocken liegen und hier findet sich *Zostera nana* gerade an den ein wenig höheren Stellen, wo die nächste Varietät nicht mehr wachsen kann. Ein wenig tiefer steht in den muldenförmigen Senkungen *Zostera marina* var. *stenophylla* A. u. G., welche von Reichenbach (Icones, Bd. 7) als *Z. angustifolia* beschrieben worden ist, jedoch letzteren Namen nicht führen darf, weil von Hornemann in der Flora Danica (Taf. 1501) eine andere Varietät als *Z. marina* var. *angustifolia* Horn. beschrieben war.

Die var. *stenophylla* A. u. G. (= *angustifolia* Rcb.) unterscheidet sich von der typischen *Z. marina* L. durch die schmäleren Blätter, welche nach Ascherson und Graebner nur 2 bis 3 mm breit sind, während die Blätter von *Z. marina* 2 bis 5 mm breit sein sollten. Hierbei muß ich jedoch bemerken, daß ich mehrmals an den kräftigen Zosterapflanzen von Stompe eine Blattbreite von 7 und 8 mm gefunden habe. Drei starke Längs-

nerven sind vorhanden, die beiden äußeren liegen in der Mitte zwischen Mittelnerv und Blattrand. Diese Varietät ist mit der Art durch Übergänge verbunden, so daß man auch breitere und selbst fünfnervige Blätter findet.

Die var. *angustifolia* Horn. ist noch viel kleiner und schmäler und gleicht mehr *Zostera nana* Roth, welche von Hornemann als *Z. Noltii* (Taf. 2041) beschrieben ist. Nach Ascherson und Graebner sind die Blätter der var. *angustifolia* Horn. 1,5 bis 2 mm breit und dreinervig, die seitlichen Nerven, welche bei *Z. nana* hart am Blattrand liegen, sind hier aber ein wenig vom Rande entfernt. Die Stiele der Blütenkolben verjüngen sich nach unten wie bei *Z. nana*. Die Retinacula (Bracteae, kleine umgebogene Ohren), welche sich bei *Z. nana* regelmäßig zwischen den Blüten vorfinden, sind bei der var. *angustifolia* nicht regelmäßig vorhanden. Wahrscheinlich ist sie ein Bastard zwischen *Z. marina* und *Z. nana*, wofür auch die ziemliche Seltenheit und ihr gemeinschaftliches Vorkommen mit den mutmaßlichen Eltern sprechen.

Nicht unwichtig scheint es mir, hier die Aufmerksamkeit auf eine mit den Literaturangaben streitige Abweichung zu lenken. Nach diesen Angaben wechseln in den beiden Längsreihen der Blütenkolben jedesmal ein Fruchtknoten mit einem Staubfaden ab und bei Hornemann (Taf. 2041) für *Z. nana* ebenso wie bei Ascherson und Graebner (1907, S. 30) für *Zostera marina* findet man auch jedesmal einen Staubfaden zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fruchtknoten abgebildet. Nach De Lanessan (Assoc. Franç Nantes 1875, S. 690) muß je ein Fruchtknoten mit dem darunterstehenden Staubfaden als eine Blüte betrachtet werden, während das bei *Z. nana* in der Nähe jedes Staubfadens sich vorfindende Retinaculum eine Bractea darstellt. Andere sind jedoch der Meinung, daß jeder Fruchtknoten und jeder Staubfaden eine gesonderte Blüte ist.

Auf den Blütenkolben von *Z. marina* von verschiedenen Fundorten (Riepel, Nieuwediep usw.) und ebenso bei den beiden Varietäten und bei *Z. nana*, welche ich auf dem Zuidwal bei

Nieuwediep gefunden habe, fand ich immer zwischen den Fruchtknoten zwei Staubfäden, wovon jeder nur eine zwei Pollensäckchen enthaltende Theca trägt; und ich habe an ausgewachsenen Blütenkolben in toto, an sehr jungen Stadien mittels Schnittserien feststellen können, daß die beiden Filamente der zwei übereinander stehenden Staubfäden gesondert auf dem Blütenkolben stehen. Bei *Z. nana* Roth und *Z. marina angustifolia* Horn. finden sich die Retinacula zwischen den zwei Staubfäden und deshalb steht dort zwischen zwei Retinacula je ein Fruchtknoten zwischen zwei Staubfäden (Textfigur 1).

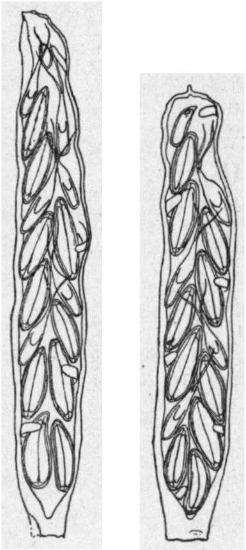


Fig. 1 a. Fig. 1 b.

Fig. 1 a. Blütenkolben von *Zostera marina* L. var. *angustifolia* Horn.
Fig. 1 b. Idem von *Zostera nana* Roth, 5 ×, Zuidwal bei Nieuwediep.

Eines der Merkmale, wodurch man *Z. nana* von *Z. marina* zu unterscheiden pflegt, ist der eingeschnittene Blattgipfel der ersteren Art. Jedoch fand ich bei *Z. nana* an frischen jungen Blättern die Blattgipfel ebenso genau gerundet wie bei *Z. marina* und nach Sauvageau (Ann. sc. nat. Ser. 7, Vol. 13) entsteht die Einkerbung durch das Absterben der sich am Gipfel befindenden Zellen. Ich fand den eingeschnittenen Blattgipfel bei vielen Blättern von *Z. nana* und *Z. marina* var. *angustifolia* Horn. und ebenfalls bei vielen älteren Blättern von *Z. marina*, auch mehrmals an den jungen Seitensprossen. Hinsichtlich der übrigen Merkmale habe ich keine Abweichungen gefunden.

In ihrer geographischen Verbreitung ist *Z. marina* ganz auf der nördlichen Halbkugel beschränkt. Sie findet sich an allen Küsten Europas, von Island und Lappland bis zum Schwarzen Meere, besiedelt auch die Nord- und Westküsten Kleinasiens, fehlt jedoch an der Nordküste Afrikas. An der Ostküste von Amerika

findet man diese Art von Westgrönland vielleicht bis zu Florida, an der Westküste scheint sie von Alaska bis Kalifornien vorzukommen. Die Angaben von den Nord- und Ostküsten Asiens ebenso wie von Nord- und Südafrika scheinen sehr zweifelhaft zu sein. Die Exemplare aus Japan gehören alle zu einer anderen Art, *Z. pacifica* Watson, welche breitere Blätter (bis 12 mm) besitzt.

Z. nana findet sich südlicher. Sie ist gefunden in Dänemark, an der Westküste von Schweden, in dem Christianiafjord, in der westlichen Ostsee, bei den Ost- und Nordfriesischen Inseln (Buchenau, Knuth) und in England, jedoch nicht im Norden Schottlands. An den Atlantischen Küsten findet sie sich bis zu den Kanarischen Inseln, sie dringt in die Flußmündungen ein, in die Elbe bis Cuxhaven, in die Weser bis Blexen (Buchenau). Sie besiedelt die Mittelmeerküsten, auch die von Nordafrika und Kleinasien und findet sich im Schwarzen und Kaspischen Meere, in welchem letzteren sie die einzige Phanerogame ist. Die Angabe von tropisch Afrika hat sich als irrtümlich erwiesen, sie scheint an den Küsten von Südafrika und Madagaskar vorzukommen, welche Angaben jedoch ebenso wie die japanischen und die von Neuseeland der Bestätigung bedürfen. Von Amerika ist sie nicht bekannt. Weil die Exemplare aus Japan so sehr von der typischen *Z. nana* abweichen, haben Ascherson und Graebner dafür eine neue Art *Z. japonica* aufgestellt.

Zostera marina var. *stenophylla* A. u. G. findet sich wohl überall, wo die Art selbst vorkommt, dagegen ist *Z. marina* var. *angustifolia* Horn. nur an wenigen Orten gefunden. Sie wird angegeben von der Ostküste von Schleswig-Holstein, Jütland und der deutschen Ostseeküste, weiter von Dänemark, Schweden England und Frankreich. Von Knuth (1895) ist sie bei den Nordfriesischen Inseln im Watt bei den Halligen gefunden und nach der ursprünglichen Angabe Hornemanns[1] kommt sie

[1] Flora Danica, Erklärung bei Tafel 1501: „In sinu othinsiensi prope Hofmansgave et in mari septentrionali ad partem occidentalem Jutlandiæ inveni, ubi haec varietas copiosissime occurrit."

ebenfalls an den Nordseeküsten vor, was von Ascherson und Graebner jedoch nicht erwähnt wird. Weiter ist sie von Ascherson in der Nähe von Ombla bei Ragusa gefunden und nach Bennett (Fl. capensis VII, 1897, S. 50) scheint das Exemplar aus Südafrika, welches sich ohne nähere Angabe im Herbar Kew befindet, hierher zu gehören. Dieses sehr zerstreute Vorkommen verstärkt die Meinung, daß es sich bei dieser Varietät um einen Bastard handelt.

Für die Angaben über die Verbreitung innerhalb unseres Landes habe ich das im Reichsherbar in Leiden und in dem Herbar der „Nederlandsche Botanische Vereeniging" vorhandene Material benutzt. Daraus geht hervor, daß *Z. marina* bei uns an den Küsten von Groningen und Friesland, in dem Wattenmeere und den Gewässern von Zeeland beobachtet wurde. Weiter habe ich feststellen können, daß sie in die Zuidersee an der Ostküste bis Tacozijl, an der Westküste bis Monnikendam und Marken vordringt.

Das Vorkommen von *Zostera nana* wird durch das getrocknete Material bewiesen. Im Reichsherbar sind Exemplare von verschiedenen Stellen aus Zeeland, in dem Herbar des Botan. Vereins finden sich außerdem Exemplare von Vlieland und Wieringen, während Vuyck im Prodromus Florae Batavae I S. 1669 diese Art noch von Texel, Schiermonnikoog und Groningen erwähnt. Weiter wächst sie über ziemlich große Flächen auf dem Zuidwal bei Nieuwediep.

Zostera marina var. *stenophylla* A. u. G. ist im Reichsherbar vorhanden aus Zeeland und vom Vangdam bei Texel[1], im Herbar des Botan. Vereins überdies noch von der Küste von Groningen. Auf dem Zuidwal bei Nieuwediep fand ich diese Varietät in großen Quantitäten, an einigen Stellen sehr rein, an anderen durch Übergänge mit der Hauptart verbunden. Sie kommt offenbar mit *Z. marina*, jedoch nur an sehr seichten Stellen vor.

Zostera marina var. *angustifolia* Horn. ist im Reichsherbar

[1] Wahrscheinlich ist der Vangdam bei Nieuwediep hier gemeint worden.

durch kein einziges Exemplar vertreten, die, welche früher als *angustifolia* bestimmt worden waren, sind schon zum Teil von Ascherson selbst in var. *stenophylla* geändert worden und die wenigen Exemplare, deren Namen nicht geändert worden waren, gehören offenbar zu derselben Varietät. Nur zwei in 1873 von Frau Buchenau als *Z. nana* Roth bestimmte von Langeoog und Montpellier (Etang de Thau) herkömmliche Exemplare scheinen mir zu der var. *angustifolia* Horn. zu gehören, weil die Seitennerven ein wenig vom Rande entfernt und die Blätter länger sind als gewöhnlich bei *Z. nana* der Fall ist. Sie besitzen leider keine Blütenkolben. Im Herbar des Botan. Vereins gehörten alle als *angustifolia* angegebenen Exemplare zur var. *stenophylla* A. u. G. (= *angustifolia* Rcb.), kein einziges Exemplar zur Varietät von Hornemann.

Das Vorkommen von *Z. nana* var. *angustifolia* Horn. auf dem Zuidwal bei Nieuwediep habe ich jetzt mit Gewißheit feststellen können. Ich war noch nicht davon überzeugt[1], daß die von mir im Sommer 1915 aufgefundenen Exemplare wirklich zur var. von Hornemann gehörten, obgleich die seitlichen Nerven vom Blattrande entfernt und die Retinacula nicht bei allen Blüten vorhanden waren, was gerade die von Ascherson und Graebner für die Varietät festgestellten Unterscheidungsmerkmale gegenüber *Z. nana*, dem einen der beiden Eltern, sind. Im August 1920 habe ich absichtlich an 10 verschiedenen Stellen auf dem Zuidwal Proben der größten Exemplare von *Zostera nana* ausgegraben und gesondert verpackt in das Laboratorium gebracht. Die genaue Vergleichung ergab, daß neun dieser Proben die Merkmale von *Zostera nana* Roth zeigten, die Seitennerven lagen hart am Rande, die Retinacula waren überall zwischen je zwei Staubfäden vorhanden (Fig. 1 b), bei einer Probe jedoch, wo deutlich die Nerven vom Rande entfernt waren, fehlten die

[1] Vergleiche: 1919, S. 436. Wie aus dem Nachfolgenden hervorgeht, muß wahrscheinlich der dort auf S. 437, Fig. 3a abgebildete Blütenkolben von *Z. nana* ebenfalls als zu *Z. marina* var. *angustifolia* Horn. gehörig betrachtet werden.

Retinacula an verschiedenen Stellen der Blütenkolben (wie in Fig. 1 a). Sie ist ohne jeden Zweifel eine Probe von *Z. marina* var. *angustifolia* Horn., deren Vorkommen in Holland hierdurch festgestellt worden ist.

Zwischen der Zostera finden sich auch noch andere Pflanzen. In der eigentlichen Zuidersee kommen in der Brackwasserzosteravegetation *Potamogeton pectinatus* L. und *Zanniehellia pedicellata* L. vor, im Wattenmeere gibt es jedoch keine Phanerogamen; hier sind es die auf den Zosterablättern und zwischen den Pflanzen wachsenden Meeresalgen, welche besonders die Mudzosteravegetation durch ihre vielverzweigten Fäden und Äste in ein dichtes Gebüsch verwandeln können, worin eine große Menge kleiner Tiere Schutz und Nahrung finden. Diese Algen werden von mir bei einer Revision der holländischen Meeresalgen, zusammen mit den anderen Algen unserer Küsten ausführlich berücksichtigt, es scheint mir trotzdem für das Gesamtbild nicht unwichtig, die Arten der Zosterawiesen hier in ihrem Zusammenleben aufzuführen.

Unter den Florideae gibt es einige Arten, welche allerorts im Wattenmeer in den Zosterafeldern vorkommen. Zwei Arten von *Polysiphonia, P. nigrescens* (Dillw.) Grev. en *P. violacea* (Roth) Grev., dunkle feine Sträucher, die dickeren verzweigten Stengel von *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. und die feinen verzweigten roten Pflanzen von *Ceramium rubrum* (Huds.) Ag. habe ich in fast allen untersuchten Feldern angetroffen, während *Melobesia Lejolisii* Rosan. überall auf den älteren Blättern eine Menge kleiner unregelmäßiger bis 2 mm großer weißlicher Pünktchen bildet.

Besonders auf Stompe sind die Rotalgen reichlich vorhanden und während das Seegras selbst dort lang und kräftig ist, wird das Gebüsch durch die Menge der Algen noch dichter. Viele Arten, welche ich nur zum Teil in anderen Wiesen gefunden habe, wachsen dort beisammen.

Aus der Gattung *Ceramium* fand ich auf Stompe noch vier andere Arten: *C. tenuissimum* (Lyngb.) J. Ag., *C. strictum*

Grev. et Harv., *C. diaphanum* (Lightf.) Roth und *C. Areschougii* Kylin (= *C. rubrum decurrens* pp.). Vielleicht gehören die Übergänge zwischen *C. Areschougii* und *C. rubrum*, welche ich auf Stompe, am Riepel, im Wierbalg und beim Vangdam im Zosterafeld und außerdem noch angetrieben am Zuidwal gefunden habe, zu *C. rubriforme* Kylin.

Drei sehr feine Arten sind *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb., *Spermothamnion Turneri* (Mert.) Aresch., und *Antithamnion cruciatum* (Ag.) Näg. Erstere wuchs als kleine Sträucher, letztere rasenbildend auf Seegrasblättern, während *Spermothamnion* mehr eine verworrene Watte zwischen und auf den kleineren Algen bildete.

Auf Stompe fanden sich in meiner Ausbeute noch zwei Kalkalgen, *Corallina rubens* L., und *Corallina officinalis* L., welche dort besonders in den tieferen Teilen vorkommen.

Eine kleine Floridee, *Chantransia virgatula* (Harv.) Thur., bedeckt bisweilen andere Algen mit einem roten Anflug und ebenso fand ich hier und dort *Goniotrichum elegans* (Chauv.) Zanard., welche zwar rot gefärbt ist, vielleicht doch zu den Cyanophyceae gerechnet werden muß.

Die Phaeophyceae sind in unseren Seegraswiesen durch nur wenige Arten vertreten, allein einige Ectocarpusarten bilden hin und wieder auf den älteren Seegrasblättern oder in kleineren Exemplaren auf anderen Algen ein sehr dichtes Gebüsch. *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. auch mit sehr langen haartragenden Sporangien und *E. confervoides* (Roth) Le Jolis sind reichlich vorhanden, bisweilen fand ich *Ectocarpus rufulus* Kütz., welcher für die Nordsee schon längst von Kützing angegeben worden, und vielleicht nicht artverschieden von *E. arctus* Kütz. ist, den ich auf dem Zuidwal bei Nieuwediep jedoch angetrieben aufgefunden habe. Auch diese Ectocarpusarten sind ebenso wie andere rote und grüne Fadenalgen ein wirklicher Schutzort für kleine Tiere z. B. Amphipoden.

Pylaiella littoralis (L.) Kjellm., die auf den im Hafen und an den Deichen festsitzenden Braunalgen eine reiche Vegetation

bildet, habe ich nur sehr selten auf Seegras beim Vangdam beobachtet.

Auf Stompe war noch zweimal ein junges auf *Corallina rubens* wachsendes Exemplar von *Sphacelaria cirrhosa* (Roth) Ag. in der Ausbeute vorhanden und beim Riepel wuchsen an der etwas tieferen die Mudzostera beherbergenden Stelle die langen Fäden von *Chorda filum* (L.) Lamour. zwischen dem Seegras. Ein sehr junges Exemplar dieser Art wurde einmal im Februar bei der Schans von Texel zwischen dem Seegras von mir erbeutet, dagegen muß ein Exemplar von *Laminaria saccharina* (L.) Lamour, welches ich in demselben Seegrasfeld in der Dredge fand, von anderer Stelle dorthin getrieben sein.

Unter den Chlorophyceae spielen besonders die Cladophoraarten im Seegras eine Rolle, bemerkenswert ist es jedoch, daß sie im Gegensatz zu den Rotalgen die Nähe der Küsten und das weniger salzige Wasser bevorzugen. Auf Stompe, weit von den holländischen und friesischen Küsten, habe ich niemals eine Cladophora gefunden, obgleich ich dort sehr viel und in allen Jahreszeiten gedredgt habe.

Am schönsten ausgebildet fand ich die Cladophoraarten in der vielmals von mir besuchten nördlich vom Vangdam bei Nieuwediep gelegenen Seegraswiese. In der Ausbeute zwischen dem Seegras fand ich dort sehr viel *Cladophora utriculosa* Kütz. in schöngrünen Rasen, die feine *Cl. crystallina* (Roth) Kütz. im letzteren Sommer selbst in großer Menge und daneben die var. *bahusiensis* Wittr., während auch *Cl. hirta* Kütz. hin und wieder in der Ausbeute vorhanden war.

Weiter fand ich auf dem Zuidwal und am Vangdam mit anderen Algen aus den Seegraswiesen nebst den genannten *Cl. utriculosa* und *crystallina* mehrmals *Cl. gracilis* (Griff.) Kütz. und *Cl. flexuosa* (Griff.) Harv. und bisweilen *Cl. glaucescens* (Griff.) Harv., *Cl. nitida* Kütz. (= *Cl. trichocoma* Kütz.), *Cl. penicillata* var. *lutescens* f. *longiarticulata* Kütz. (= *Cl. glomerata* f. *flavescens* Hauck) und *Cl. fracta* (Fl. Dan.) Kütz. vom Meere ausgeworfen.

Einige dieser Arten habe ich auch an anderen Stellen in den Seegraswiesen gefunden. *Cl. fracta* ist im weniger salzigen Wasser südlich von Wieringen in großer Menge vorhanden und an der Südküste von Friesland bei Mirns fand ich selbst das Vegetationsbild der Zostera durch die rundlichen Ballen dieser Cladophoraart bestimmt[1].

Eine andere Grünalge, *Chaetomorpha linum* (Müll.) Kütz., welche verflochtene Watten von $^1/_3$ mm dicken steifen Fäden bildet, fand ich sehr viel im Seegrasfeld beim Vangdam und ebenfalls wird sie in großen Mengen an den Vangdam und den Zuidwal angetrieben. Südlich von Wieringen war diese Art ebenfalls in großer Menge vorhanden.

In den Watten von *Ch. linum* fand ich bisweilen auch einige dickere Fäden, welche mit der Beschreibung von *Ch. crassa* (Ag.) Kütz. übereinstimmten und einmal südlich von Wieringen waren in einer Probe dünnere langzelligere Fäden vorhanden, wie sie für *Ch. chlorotica* Kütz. angegeben werden.

Enteromorphaarten habe ich zwischen dem Seegras nicht viele gefunden. Beim Riepel fand ich zweimal einige Exemplare von *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. *Enteromorpha plumosa* Kütz. fand ich in den Seegraswiesen bei der Schans von Texel und beim Vangdam, und einmal in großen Mengen angetrieben auf dem Zuidwal.

Sehr feine verworrene Watten bilden die 10 bis 20 μ dicken confervoiden Fäden von *Rhizoclonium*, welche ich beim Vangdam, bei dem Wierbalg und auf Stompe zwischen anderen feinen Algen in der Ausbeute fand. Auf Stompe bildeten diese feinen Watten überhaupt die einzige Chlorophycee, welche mir in die Hände kam, obgleich ich dort in allen Jahreszeiten gedredgt habe. Zwischen den zu *Rhizoclonium riparium* (Roth)

---

[1] Einmal habe ich gemeint, auf dem Zuidwal *Cl. Rudolphiana* (Ag.) Harv. angetrieben gefunden zu haben, genauere Untersuchung und Vergleichung meines gesamten Cladophoramateriales hat mich jedoch überzeugt, daß diese Bestimmung nicht richtig war und der leider (1919 S. 439) von mir schon erwähnte Fund muß deshalb gestrichen werden.

Harv. gehörigen von 16 bis 22 μ dicken Fäden waren auch dünnere bis zu 13 μ vorhanden. Auf Grund der Dicke der verschiedenen Arten von Kützing, welche von Hauck und De Toni als Synonyme von *Rhizoclonium riparium* angegeben werden, bin ich jedoch der Meinung, daß diese dünneren Fäden nicht zur Art *Rh. flavicans* (Jürg.) Rab. (= *Kochianum* Kütz.) gebracht werden dürfen. Nur einmal fand ich bei der Schans von Texel eine Probe, deren 9 bis 14 μ dicke Fäden genau mit der Beschreibung von *Rh. flavicans* übereinstimmten.

Einmal fand ich noch im Seegrasfeld beim Vangdam in der Dredge ein Stück eines Codiums, welche Alge erst seit ungefähr 1900 in Holland gefunden ist (1920b, S. 19). Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, daß dieses Fragment von den Steinen des Vangdams, wo diese Art jetzt reichlich wächst, losgerissen und in das Seegras getrieben worden ist.

Dieses Codium gehört jedoch nicht, wie man bei uns immer geglaubt hat, zu *Codium tomentosum* (Huds.) Stackh. Prof. Dr. K. Rosenvinge in Kopenhagen hatte die Güte, mich anläßlich des Fundes von *Codium mucronatum* J. Ag. im Sommer 1920 in dem Limfjord darauf aufmerksam zu machen, daß möglicherweise auch die holländischen Exemplare zu dieser Art gehören könnten. Die genaue Vergleichung mit den bis jetzt beschriebenen Arten hat mich bald überzeugt, daß unser *Codium* zweifelsohne im Verwandtschaftskreise von *C. mucronatum* gehört, welches in verschiedenen Varietäten in dem Stillen Ozean vorkommt. Ob unsere Exemplare zu der 1912 von Cotton beschriebenen var. *atlanticum* gerechnet werden können, muß, weil die Utrikeln nicht mit Cottons Abbildungen übereinstimmen, dahingestellt bleiben, bis ich sie mit authentischen englischen und dänischen Exemplaren verglichen habe[1].

Schließlich würden diese Betrachtungen über die Zostera-

[1] Diese Vergleichung hat inzwischen ergeben, daß unsere holländischen Exemplare von den englischen und dänischen, welche mir freundlichst von den Prof. Rosenvinge und Cotton geschickt worden sind, nicht unerheblich abweichen. Anderorts werde ich hierüber näher berichten.

vegetation nicht vollständig sein, ohne Hinweis auf die große Bedeutung der Zostera und der Algenvegetation für die Ernährung und Erhaltung der Tierwelt an den Küsten. Für die dänischen Gewässer hat Petersen durch seine schönen Untersuchungen über den Wert der gesamten in bestimmten Abschnitten am Meeresboden vorhandenen Nahrung (Valuation of the Sea) ausführlich die Bedeutung der festsitzenden Meerespflanzen und der pflanzenfressenden Tiere dargestellt und im Anschluß an seine Untersuchungen nebst denen von Blegvad und Rauschenplat habe ich für unser holländisches Wattenmeer gefunden, daß das Seegras bei uns dieselbe Rolle spielt (1919, Rapp. Verh. I, 4). Eine Reihe pflanzenfressender Tiere ernährt sich fast ausschließlich oder zum Teil von den Zosterablättern und den darauf festsitzenden Fadenalgen und Diatomeen welche letzteren durch ihren Fettgehalt neben dem Protoplasma eine vorzügliche Nahrung bilden. Und die pflanzenfressenden Tiere sind es wieder, welche von größeren Tieren gefressen werden und so eine ausgezeichnete Quelle für die Nahrung vieler unserer Nutzfische bilden.

Auch wenn das Seegras gestorben ist und sich in den tiefen Rinnen gesammelt hat, ist es gar nicht nutzlos und ernährt eine etwas andersartige aber gleich reiche Fauna als die Seegraswiesen.

Hier muß weiter aus den Untersuchungen von Petersen, welche er zum Teil zusammen mit Boysen-Jensen ausgeführt hat, die Bedeutung des organischen Detritus hervorgehoben werden. Dieser Detritus besteht aus feinen verwesenden Teilchen der Bodenvegetation namentlich der Zostera und der Meeresalgen. Die Teilchen schweben im Meereswasser und sinken sehr langsam zum Boden, wie Petersen mit seinen Detrituscollectors zeigen konnte. Weiter ist es festgestellt, daß viele Tiere diese feine Substanz als Nahrung aufnehmen.

Von Petersen, Blegvad und Rauschenplat wird auf Grund ihrer Magenuntersuchungen eine ganze Reihe solcher Tiere besonders unter den Krustern, Weichtieren und Würmern

aufgeführt und auch in unseren Seegrasfeldern leben viele dieser Arten. Während ihres Lebens und nach ihrem Tode und schließlich als Detritus liefern deshalb die Zostera und die Algen eine wertvolle Nahrung für die Fische unserer Küste und daß dieser Nutzen sich nicht nur auf dem Wattenmeere beschränkt, sondern auch weit von den Küsten seinen Einfluß geltend machen muß, konnte ich feststellen, als wir in der Nordsee außerhalb der Haaksgründe mehrmals große Mengen totes Seegras am Meeresboden fanden, das gewiß von den Strömungen aus dem Wattenmeere in die Nordsee hinausgeführt worden war.

Literaturverzeichnis.

Ascherson u. Graebner (1896). Synopsis der Mitteleuropäischen Flora, Bd. I. Leipzig, Engelmann, 1896—1898.

— (1907). Potamogetonaceae in: Engler, Das Pflanzenreich, Regni vegetabilis conspectus, IV, II. Ibidem, 1907.

Blegvad (1914). Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the seabottom in Danish waters. Rep. Danish Biol. Station, XXII.

Boysen-Jensen (1914). Studies concerning the organic matter of the seabottom. Ibidem.

Buchenau (1894). Flora der Nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig, Engelmann, 1894.

— (1896). Flora der Ostfriesischen Inseln. Ibidem, 1896.

Cotton (1912). Marine Algae. Clare Island Survey, Pt. 15. Proc. Roy. Irish Acad. Vol. 31.

Van Goor (1919). Het zeegras (*Zostera marina* L.) en zijn beteekenis voor het leven der visschen. Rapp. Verh. Rijksinst. Visscherijonderz. Dl. 1, Afl. 4.

— (1920a). Das Wachstum der *Zostera marina* L. Ber. deutschen Bot. Ges., Bd. 38.

— (1920b). Naamlijst der wieren aanwezig in het herbarium von het Zoölogisch Station Helder, 2[e] uitgave, 1920, Helder, De Boer.

Grönland (1851). Beitrag zur Kenntnis der *Zostera marina* L. Botan. Zeitung, Bd. 9.

Hornemann (1820). Flora Danica. Bd. 9 en 12.

Knuth (1895). Flora der Nordfriesischen Inseln. Lipsius u. Tischer, Kiel u. Leipzig, 1895.

Kolderup Rosenvinge (1920). Om nogle i nyere Tid indvandrede Havalger i de danske Farvande. Bot. Tidsskr., Bd. 37.

Ostenfeld (1908). On the ecology and distribution of the Grass-Wrack (*Zostera marina*) in Danish waters. Rep. Danish Biol. Station, XVI.

— (1918.) Sea-Grasses. Rep. Danish Oceanogr. Exp. 1908 bis 1910, Mediterr., Vol. II, K. 2.

Petersen (1913). Om Baendeltangens (*Zostera marina*) Aarsproduktion i de Danske Farvande. Mindeskr. f. Japetus Steenstrup, IX.

— (1915). A preliminary result of the investigations on the valuation of the sea. Rep. Danish Biol. Station, XXIII.

— (1918). The seabottom and its production of fishfood, Ibidem, 1918.

Petersen and Boysen-Jensen (1911). Valuation of the sea I, Ibidem, XX.

Rauschenplat (1901). Über die Nahrung von Thieren aus der Kieler Bucht. Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel, Bd. 5.

Redeke (1915). Over het wiér en de wiervisscherij. Mededeelingen over Visscherij, Dl. 22.

Reichenbach (1845). Icones Florae Germanicae, Bd. 7, Leipzig, 1845—00.

Reinke (1889). Notiz über die Vegetationsverhältnisse in der deutschen Bucht der Nordsee. Ber. deutschen Botan. Ges., Bd. 7.

Vuyck (1916). Prodromus Florae Batavae. Vol. I, Pars IV, Ed. altera. Groningen, De Waal.